



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 199 00 330 A 1

⑯ Int. Cl. 6:  
G 01 B 7/30  
G 01 L 3/10

⑯ Aktenzeichen: 199 00 330.0  
⑯ Anmeldetag: 7. 1. 99  
⑯ Offenlegungstag: 8. 7. 99

⑯ Unionspriorität:  
P 10-001567 07. 01. 98 JP  
⑯ Anmelder:  
Alps Electric Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP  
⑯ Vertreter:  
Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, 80797 München

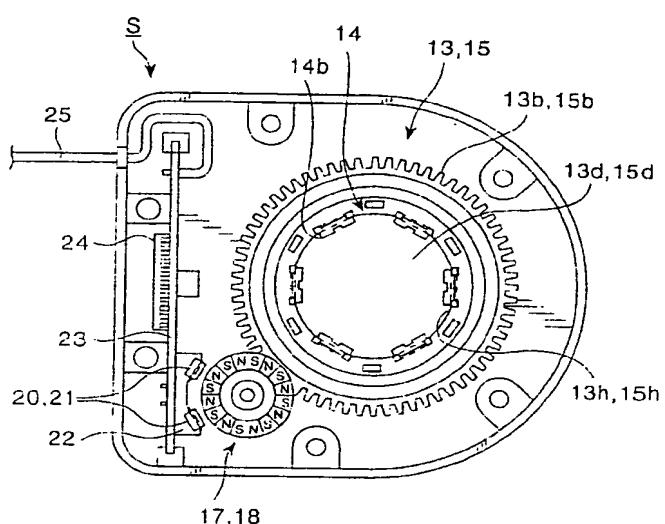
⑯ Erfinder:  
Okumura, Hirofumi, Furukawa, Miyagi, JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Drehwinkelsensor, Drehmomentsensor mit einem Drehwinkelsensor und Servo-Lenkvorrichtung, die einen derartigen Drehmomentsensor verwendet

⑯ Offenbart ist ein Drehwinkelsensor, bei dem dann, wenn sich Codeplatten (17, 18) als Ergebnis einer Rotation von Rotationselementen (13, 15) drehen, Detektionselemente (20, 21) Information auf Informationsaufzeichnungsbereichen der Codeplatten (17, 18) detektieren, um dadurch die Drehwinkel der Rotationselemente (13, 15) zu detektieren. Die Drehwinkel der Rotationselemente (13, 15) können somit mit hoher Genauigkeit detektiert werden. Bei herkömmlichen Drehwinkelsensoren ist eine rotierende Trommel, bei der es sich um ein magnetisches Medium handelt, direkt auf einer Drehwelle angebracht. Wenn zwei solche herkömmlichen Drehwinkelsensoren auf einer Drehwelle angebracht sind und ein Rotationsdrehmoment auf einen Antriebswellenbereich aufgebracht wird, um einen Lastwellenbereich rotatorisch zu bewegen und damit eine hohe Last auf den Lastwellenbereich aufgebracht wird, können der Antriebswellenbereich und der Lastwellenbereich dezentriert werden. Dies führt dazu, daß ein Spalt zwischen einer der beiden rotierenden Trommeln und ihrem zugeordneten Detektionssensor sowie der Spalt zwischen der anderen der beiden Rotationstrommeln und ihrem zugeordneten Detektionssensor variieren, wodurch es unmöglich wird, die Differenz zwischen den Drehwinkeln der beiden Rotationstrommeln exakt zu detektieren. Der Drehwinkelsensor der vorliegenden Erfindung überwindet dieses Problem.



DE 199 00 330 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Drehwinkelsensor, einen Drehmomentsensor, der einen derartigen Drehwinkelsensor beinhaltet, sowie auf eine elektrisch betriebene Servo-Lenkvorrichtung, die von einem derartigen Drehmomentsensor Gebrauch macht. Im spezielleren bezieht sich die Erfindung auf einen Drehwinkelsensor, der Drehwinkel mit hoher Genauigkeit detektieren kann, sowie auf Vorrichtungen, bei denen der Drehwinkelsensor anwendbar ist.

Fig. 12 zeigt einen herkömmlichen Drehwinkelsensor, bei dem eine rotierende Trommel 12 mit Magnetbereichen, die insgesamt scheibenförmig sind, auf einer Drehwelle 1 angebracht ist. Ein magnetischer Code, der aus einer Mehrzahl magnetischer Nordpole und Südpole (N-S) besteht, ist entlang des gesamten Außenumfangs der rotierenden Trommel 2 ausgebildet.

Ein magnetischer Detektionssensor 4 ist über einen vorgegebenen Spalt P von dem Außenumfang der magnetischen Trommel 2 vorgesehen, so daß ein herkömmlicher Drehwinkelsensor gebildet ist.

Ein solcher herkömmlicher Drehwinkelsensor ist derart ausgebildet, daß bei Rotation der magnetischen Trommel 2 als Ergebnis einer Rotation der Drehwelle 1 der Magnetsensor 3 analoge Veränderungen detektiert, d. h. Veränderungen bei den magnetischen Kräften der Magnetpole, um auf diese Weise den Drehwinkel der magnetischen Trommel 2 zu detektieren.

Es folgt nun eine Beschreibung eines herkömmlichen Drehmomentsensors, bei dem zwei solche Drehwinkelsensoren der vorstehend beschriebenen Art auf einer Drehwelle 1 angebracht sind, die einen Antriebswellenbereich 1a und einen Lastwellenbereich 1b aufweist, wie dies in Fig. 13 gezeigt ist.

Der Antriebswellenbereich 1a und der Lastwellenbereich 1b der Drehwelle sind durch ein nicht gezeigtes, elastisches Element miteinander verbunden, bei dem es sich um einen Torsionsstab handelt.

Die beiden rotierenden Trommeln 2 und 3 sind auf dem Antriebswellenbereich 1a bzw. dem Lastwellenbereich 1b angebracht. Sie sind in Richtung auf ein Ende des Antriebswellenbereichs 1a und in Richtung auf ein mit dem Antriebswellenbereich 1a verbundenes Ende des Lastwellenbereichs 1b angebracht und durch eine Distanz L voneinander beabstandet.

Ein Paar magnetischer Sensoren 4 und 5 ist derart vorgesehen, daß der magnetische Sensor 4 von dem Außenumfang der rotierenden Trommel 2 durch einen vorbestimmten Spalt P1 getrennt ist und der magnetische Sensor 5 von dem Außenumfang der rotierenden Trommel 3 durch einen vorbestimmten Spalt P2 getrennt ist.

Bei einer derartigen Betätigungsweise 1 können durch Aufbringen eines Drehmoments auf den Antriebswellenbereich 1a, das größer ist als ein auf den Lastwellenbereich 1b aufgebrachtes Drehmoment, der Antriebswellenbereich 1a und der Lastwellenbereich 1b rotationsmäßig bewegt werden.

Bei Rotation der Drehwelle 1 beginnt der Lastwellenbereich 1b sich etwas später zu drehen als der Antriebsbereich 1a, wobei dies durch das elastische Element bedingt ist.

Eine leicht verzögerte Rotation des Lastwellenbereichs 1b führt zu einer Differenz zwischen dem Drehwinkel des Antriebswellenbereichs 1a und dem Drehwinkel des Lastwellenbereichs 1b. Die Differenz in den Drehwinkeln ist proportional zu dem Rotations-Drehmoment an dem Antriebswellenbereich 1a, so daß bei einer großen Differenz in den Drehwinkeln das Rotations-Drehmoment an dem An-

triebswellenbereich 1a groß ist, während bei einer geringen Differenz in den Drehwinkeln das Rotations-Drehmoment an dem Antriebswellenbereich 1a gering ist.

Ein solcher herkömmlicher Drehmomentsensor kann das Rotations-Drehmoment an dem Antriebswellenbereich 1a dadurch detektieren, daß er die Differenz zwischen den Drehwinkeln des Antriebswellenbereichs 1a und des Lastwellenbereichs 1b durch eine nicht gezeigte integrierte Schaltung (IC) berechnet.

Bei einem solchen herkömmlichen Drehwinkelsensor und einem solchen herkömmlichen Drehmomentsensor sind jedoch rotierende Trommeln, bei denen es sich um magnetische Medien handelt, direkt auf der Drehwelle 1 angebracht, so daß bei Aufbringung eines hohen Lastdrehmoments auf den Lastwellenbereich 1b der Antriebswellenbereich 1a und der Lastwellenbereich 1b dezentriert werden können. Wenn eine Dezentrierung auftritt, ändern sich die Größe des Spalts P1 zwischen der rotierenden Trommel 2 und dem magnetischen Detektionssensor 4 sowie die Größe des Spalts P2 zwischen der rotierenden Trommel 3 und dem magnetischen Detektionssensor 5, so daß die magnetischen Detektionssensoren 4 und 5 die Stärke des Magnetfelds zwischen den beiden rotierenden Trommeln 2 und 3 nicht mit Genauigkeit detektieren können. Dies macht exakte Detektionen der Differenz zwischen den Drehwinkeln schwierig.

Bei Verwendung eines solchen herkömmlichen Drehmomentsensors in einer elektrisch betriebenen Servo-Lenkvorrichtung eines Kraftfahrzeugs zum Beispiel, müssen somit die Wellen 1a und 1b exakt ausgebildet werden und sehr dauerhaft sein, damit die Servo-Lenkvorrichtung Servolenkeigenschaften mit hoher Zuverlässigkeit schafft.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, die eingangs geschilderten Probleme des Standes der Technik zu überwinden und einen Winkelsensor mit hoher Genauigkeit zu schaffen.

In dieser Hinsicht ist gemäß einem ersten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ein Drehwinkelsensor geschaffen, mit einer Rotationseinrichtung mit einem Verzahnungsbereich an dem Außenumfangsbereich derselben, wobei die Rotationseinrichtung eine Welleneinführöffnung in ihrem Rotationszentrum aufweist; mit einer Codeplatteneinrichtung, die mit dem Verzahnungsbereich der Rotationseinrichtung in Eingriff steht, wobei die Codeplatteneinrichtung einen Informationsaufzeichnungsbereich aufweist, der sich ansprechend auf eine Rotationsbewegung der Rotationseinrichtung dreht; und mit einer Detektionseinrichtung zum Detektieren von auf dem Informationsaufzeichnungsbereich aufgezeichneten Informationen, wobei bei Rotation der Codeplatteneinrichtung als Ergebnis einer Rotation der Rotationseinrichtung die Detektionseinrichtung die Information auf der Codeplatteneinrichtung detektiert und somit den Drehwinkel der Rotationseinrichtung detektiert.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann die Rotationseinrichtung ein erstes Rotationselement und ein zweites Rotationselement aufweisen, wobei das erste Rotationselement und das zweite Rotationselement getrennt drehbar sind und dasselbe Rotationszentrum aufweisen; die Codeplatteneinrichtung kann eine erste Codeplatte und eine zweite Codeplatte aufweisen, die jeweils einen Verzahnungsbereich besitzen, der mit der Rotationseinrichtung in Eingriff steht und getrennt drehbar sind; außerdem kann die Detektionseinrichtung ein erstes Detektionselement und ein zweites Detektionselement zum Detektieren von Information auf der ersten Codeplatte bzw. der zweiten Codeplatte aufweisen. Wenn bei dieser Ausbildung das erste Rotationselement und das zweite Rotationselement gedreht werden, indem der Verzahnungsbereich der ersten Codeplatte mit einem Verzahnungsbereich des ersten Rotations-

elements in Eingriff steht und der Verzahnungsbereich der zweiten Codeplatte mit einem Verzahnungsbereich des zweiten Rotationselements in Eingriff steht, wird die Information auf der ersten Codeplatte durch das erste Detektionselement detektiert und die Information auf der zweiten Codeplatte wird durch das zweite Detektionselement detektiert, so daß der Drehwinkel des ersten Rotationselements und der Drehwinkel des zweiten Rotationselements getrennt detektiert werden.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung können die erste Codeplatte und die zweite Codeplatte dasselbe Rotationszentrum aufweisen, wobei die eine Seite des Verzahnungsbereichs der ersten Codeplatte sowie die eine Seite des Verzahnungsbereichs der zweiten Codeplatte derart angeordnet sind, daß sie einander zugewandt gegenüberliegen, wobei die andere Seite des Verzahnungsbereichs der ersten Codeplatte, an der der zugeordnete Informationsaufzeichnungsbereich ausgebildet ist, sowie die andere Seite des Verzahnungsbereichs der zweiten Codeplatte, an der der zugeordnete Informationsaufzeichnungsbereich ausgebildet ist, voneinander wegweisend angeordnet sind, wobei der Außendurchmesser jedes Informationsaufzeichnungsbereichs größer ist als der Außendurchmesser des zugeordneten Verzahnungsbereichs. Ferner können das erste Rotationselement und das zweite Rotationselement zwischen den Informationsaufzeichnungsbereichen drehbar angeordnet sein.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung können die Rotationseinrichtung, die Codeplatteneinrichtung sowie die Detektionseinrichtung in einem kastenförmigen Gehäuse untergebracht sein, und die Codeplatteneinrichtung kann zwischen der Detektionseinrichtung und der Rotationseinrichtung angeordnet sein.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann der Informationsaufzeichnungsbereich der Codeplatte aus einem magnetischen Material mit einer Mehrzahl magnetischer Pole gebildet sein, und die Detektionseinrichtung kann einen Magnetsensor aufweisen, der auf das Magnetfeld des magnetischen Materials anspricht.

Gemäß einem zweiten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Drehmomentsensor geschaffen, der einen Drehwinkelsensor mit einem ersten Rotationselement und einem zweiten Rotationselement aufweist, die getrennt drehbar sind und dasselbe Rotationszentrum aufweisen, wobei jedes Rotationselement einen Verzahnungsbereich an seinem Außenumfangsbereich sowie eine Welleneinführöffnung an seinem Rotationszentrum aufweist. Ferner beinhaltet der Drehwinkelsensor eine erste Codeplatte und eine zweite Codeplatte, die getrennt drehbar sind, wobei die erste Codeplatte einen Verzahnungsbereich aufweist, der mit dem ersten Rotationselement in Eingriff steht, und die zweite Codeplatte einen Verzahnungsbereich aufweist, der mit dem zweiten Rotationselement in Eingriff steht, wobei die erste Codeplatte einen Informationsaufzeichnungsbereich aufweist, der sich ansprechend auf eine Rotation des ersten Rotationselements dreht, und wobei die zweite Codeplatte einen Informationsaufzeichnungsbereich aufweist, der sich ansprechend auf eine Rotation des zweiten Rotationselements dreht. Ferner beinhaltet der Drehwinkelsensor ein erstes Detektionselement zum Detektieren von auf dem ersten Informationsaufzeichnungsbereich aufgezeichneter Information sowie ein zweites Detektionselement zum Detektieren von auf dem zweiten Informationsaufzeichnungsbereich aufgezeichneter Information. Wenn sich bei dem Drehwinkelsensor das erste Rotationselement und das zweite Rotationselement drehen, um dadurch die erste Codeplatte bzw. die zweite Codeplatte rotationsmäßig zu bewegen, detektiert das erste Detektionselement die Information auf der ersten

Codeplatte, und das zweite Detektionselement detektiert die Information auf der zweiten Codeplatte, wodurch der Drehwinkel des ersten Rotationselements und der Drehwinkel des zweiten Rotationselements detektiert werden. Der Dreh-

5 momentsensor weist ferner eine erste Betätigungsquelle und eine zweite Betätigungsquelle auf, wobei ein Ende der ersten Betätigungsquelle und ein Ende der zweiten Betätigungsquelle gegeneinanderstoßen und durch ein elastisches Element in Form eines Torsionsstabs bzw. einer Torsionsfeder verbunden sind. Bei dem Drehmomentsensor ist das erste Rotationselement von dem Ende der ersten Betätigungsquelle gehalten, und das zweite Rotationselement ist von dem Ende der zweiten Betätigungsquelle gehalten, wodurch der Drehwinkel der ersten Betätigungsquelle durch das erste

10 Detektionselement detektiert wird und der Drehwinkel der zweiten Betätigungsquelle durch das zweite Detektionselement detektiert wird und dadurch das Drehmoment an der ersten Betätigungsquelle aufgrund der Differenz zwischen dem Drehwinkel der ersten Betätigungsquelle und dem

15 Drehwinkel der zweiten Betätigungsquelle erfaßt wird.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann ein Federelement an der Innenumfangsfläche an dem Rand der Welleneinführöffnung des ersten Rotationselements sowie an der Innenumfangsfläche an dem Rand der 20 Welleneinführöffnung des zweiten Rotationselements vorgesehen sein, wobei die Federelemente elastisch gegen die erste und die zweite Betätigungsquelle drücken, so daß das erste Rotationselement durch die erste Betätigungsquelle gehalten wird und das zweite Rotationselement durch die zweite Betätigungsquelle gehalten wird.

Gemäß einem dritten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist eine elektrisch betriebene Servo-Lenkvorrichtung geschaffen, die einen Drehwinkelsensor mit einem ersten

35 Rotationselement und einem zweiten Rotationselement aufweist, die getrennt drehbar sind und dasselbe Rotationszentrum aufweisen, wobei jedes Rotationselement einen Verzahnungsbereich an seinem Außenumfangsbereich sowie eine Welleneinführöffnung an seinem Rotationszentrum aufweist. Weiterhin beinhaltet der Drehwinkelsensor eine erste Codeplatte und eine zweite Codeplatte, die getrennt drehbar sind, wobei die erste Codeplatte einen Verzahnungsbereich aufweist, der mit dem ersten Rotationselement in Eingriff steht, und die zweite Codeplatte einen Verzahnungsbereich aufweist, der mit dem zweiten Rotationselement in Eingriff steht, wobei die erste Codeplatte einen Informationsaufzeichnungsbereich aufweist, der sich ansprechend auf eine Rotation des ersten Rotationselements dreht, und wobei die zweite Codeplatte einen Informationsaufzeichnungsbereich aufweist, der sich ansprechend auf die Rotation des zweiten Rotationselements dreht. Ferner beinhaltet der Drehwinkelsensor ein erstes Detektionselement zum Detektieren von auf dem ersten Informationsaufzeichnungsbereich aufgezeichneter Information sowie ein zweites Detektionselement zum Detektieren von auf dem zweiten Informationsaufzeichnungsbereich aufgezeichneter Information. Wenn bei dem Drehwinkelsensor sich die erste Codeplatte und die zweite Codeplatte als Ergebnis einer Rotation des ersten Rotationselements bzw. des zweiten Rotationselements drehen, detektiert das erste Detektionselement die Information auf der ersten Codeplatte und das zweite Detektionselement detektiert die Information auf der zweiten Codeplatte, wodurch der Drehwinkel des ersten Rotationselements und der Drehwinkel des zweiten Rotationselements detektiert werden. Die elektrisch betriebene Servo-Lenkvorrichtung besitzt ferner eine fahrzeughandhabenseitige bzw. auf der Seite des Lenkrads befindliche Lenkwelleneinrichtung zum Haltern des ersten Rotationselements sowie eine fahrzeugradseitige Lenkwelleneinrichtung zum

Haltem des zweiten Rotationselement, wobei ein Ende der lenkradseitigen Lenkwelleneinrichtung und ein Ende der fahrzeugradseitigen Lenkwelleneinrichtung gegeneinaderstoßen und durch ein elastisches Element verbunden sind, bei dem es sich um einen Torsionsstab bzw. eine Torsionsfeder handelt. Die elektrisch betriebene Servo-Lenkvorrichtung weist ferner einen Motor auf, der dazu verwendet wird, das Drehen des Lenkrads zu unterstützen. Bei dieser Vorrichtung wird der Drehwinkel der lenkradseitigen Lenkwelleneinrichtung durch das erste Detektionselement detektiert, und der Drehwinkel der radseitigen Lenkwelleneinrichtung wird durch das zweite Detektionselement detektiert, um auf diese Weise das Rotationsdrehmoment an der ersten Betätigungsstelle aufgrund der Differenz zwischen dem Drehwinkel der lenkradseitigen Lenkwelleneinrichtung und dem Drehwinkel der radseitigen Lenkwelleneinrichtung zu detektieren, wodurch dann, wenn das Rotationsdrehmoment einen vorbestimmten Wert übersteigt, der Motor seinen Betrieb aufnimmt und die Drehbewegung der Handhabe bzw. des Lenkrads unterstützt.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung und Weiterbildungen der Erfindung werden im folgenden anhand der zeichnerischen Darstellungen eines Ausführungsbeispiels noch näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

**Fig. 1** eine Draufsicht auf einen Drehwinkelsensor gemäß der vorliegenden Erfindung ohne Abdeckung;

**Fig. 2** eine von der Seite gesehene Schnittansicht des Hauptbereichs des Drehwinkelsensors gemäß der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 3A** und **3B** Außenansichten des Drehwinkelsensors gemäß der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 4** eine Draufsicht auf ein erstes Rotationselement des Drehwinkelsensors gemäß der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 5** eine von der Seite gesehene Schnittansicht des Hauptbereichs des ersten Rotationselementes des Drehwinkelsensors gemäß der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 6** eine Draufsicht auf die Bereiche eines Federelements des Drehwinkelsensors gemäß der vorliegenden Erfindung im Verlauf der Bildung des Federelements;

**Fig. 7** eine Draufsicht auf das Federelement des Drehwinkelsensors gemäß der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 8** eine Seitenansicht des Federelements des Drehwinkelsensors gemäß der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 9A**, **9B** und **9C** eine von oben gesehene Draufsicht, eine von der Seite gesehene Schnittansicht sowie eine Bodenansicht einer Codeplatte des Drehwinkelsensors gemäß der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 10** eine Seitenansicht des Hauptbereichs der Lenkwelle, an der der Drehwinkelsensor der vorliegenden Erfindung angebracht wird;

**Fig. 11** eine schematische Ansicht des an der Lenkwelle angebrachten Drehwinkelsensors der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 12** eine schematische Ansicht eines herkömmlichen Drehwinkelsensors;

**Fig. 13** eine schematische Ansicht eines Drehmomentensors, der durch Anbringung von zwei herkömmlichen Drehwinkelsensoren an der Drehwelle gebildet ist.

Im folgenden wird ein Drehwinkelsensor gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die **Fig. 1-11** beschrieben. Wie in den **Fig. 3A** und **3B** gezeigt ist, die Außenansichten des Drehwinkelsensors der vorliegenden Erfindung darstellen, ist der Drehwinkelsensor durch Formen derart gebildet, daß er innen hohl ist. Ein im wesentlichen D-förmiges Gehäuse **10** bildet den Außenbereich des Drehwinkelsensors.

Eine plattenförmige Abdeckung **11**, die dieselbe Formgebung wie das Gehäuse **10** besitzt, ist auf dem oberen Bereich des Gehäuses **10** angeordnet. Sie ist an dem Gehäuse **10** mittels einer Mehrzahl von Schrauben **12** befestigt, so daß der obere Bereich des Gehäuses **10** durch die Abdeckung **11** abgedeckt ist.

Wie in **Fig. 2** gezeigt ist, ist eine kreisförmige Öffnung **10b** im wesentlichen in dem zentralen Bereich einer Bodenwand **10a** des Gehäuses **10** ausgebildet. Eine kreisförmige Führungswand **10c** ist entlang des Umfangs der Öffnung **10d** derart ausgebildet, daß sie über eine vorbestimmte Höhe nach oben ragt.

In ähnlicher Weise ist eine kreisförmige Öffnung **11a** im wesentlichen in dem zentralen Bereich der Abdeckung **11** ausgebildet. Wie in **Fig. 2** gezeigt ist, ist eine Führungswand **11b** entlang des Umfangs der Öffnung **11a** derart ausgebildet, daß sie über eine vorbestimmte Höhe nach unten ragt.

Ein erstes Rotationselement **13** ist in die Öffnung **11a** der Abdeckung **11** eingesetzt und ist zum Beispiel aus einem Formmaterial gebildet. **Fig. 5** zeigt eine von der Seite gesehene Schnittansicht des Hauptbereichs des ersten Rotationselements **13**. Das erste Rotationselement **13** besitzt einen Flansch **13a**, der in **Fig. 5** auf der Bodenseite zu sehen ist, sowie einen Verzahnungsbereich **13b** mit einer vorbestimmten Anzahl von Zähnen und Modulen, wie dies in **Fig. 4** zu sehen ist, bei der es sich um eine von oben gesehene Draufsicht auf das erste Rotationselement **13** handelt.

Das erste Rotationselement **13** besitzt ein Lager **13c**, das über dem Flansch **13a** ausgebildet ist. Das Lager **13c** ist auf eine vorbestimmte Höhe ausgebildet und besitzt eine im wesentlichen flanschartige äußere Konfiguration.

Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, ist eine kreisförmige Welleneinführöffnung **13d** in dem ersten Rotationselement **13** in dem Rotationszentrum desselben ausgebildet, und eine Mehrzahl von Nuten **13e**, die auf eine vorbestimmte Tiefe und mit einer vorbestimmten Breite ausgebildet sind, ist an einer inneren Umfangsfläche **13h** an dem Rand der Welleneinführöffnung **13d** in Axialrichtung derselben ausgebildet. Eine Mehrzahl rechteckiger Vorsprünge **13f** ist auf der oberen Oberfläche des Lagers **13c** derart ausgebildet, daß sie über eine vorbestimmte Höhe von der oberen Oberfläche des Lagers **13c** weragen.

Ein ringförmiger Vorsprung **13g** ist entlang des Umfangs eines unter dem Flansch **13a** der **Fig. 5** befindlichen Bereichs der Welleneinführöffnung **13d** derart ausgebildet, daß er über eine geringe Höhe vorsteht.

Das Lager **13c** des ersten Rotationselementes **13** wird in die Öffnung **11a** der Abdeckung **11** eingesetzt und entlang der Führungswand **11b**, die entlang des Umfangs der Öffnung **11a** ausgebildet ist, derart geführt, daß es frei drehbar ist.

Eine erste Eingriffsfeder **14** zum Beispiel der in den **Fig. 6**, **7** und **8** gezeigten Art, die eine ringförmige Außenkonfiguration aufweist, ist an der oberen Oberfläche des Lagers **13c** des ersten Rotationselementes **13** angebracht. Die erste Eingriffsfeder **14** ist zum Beispiel aus einem nicht-rostendem Stahl mit Federvermögen gebildet. Wie in **Fig. 6** gezeigt ist, besitzt sie einen ringförmigen Rahmenbereich **14a**, der an dem Außenumfang der ersten Eingriffsfeder **14** ausgebildet ist, sowie eine Mehrzahl von Federbereichen **14b**, die sich von dem Rahmenbereich **14a** in eine Öffnung **14e** der ersten Eingriffsfeder **14** hinein erstrecken. Der ringförmige Rahmenbereich **14a** und die Federbereiche **14b** werden durch Stanzen beispielsweise aus nicht-rostendem Stahl zum Beispiel durch einen Pressenvorgang gebildet.

Eine Mehrzahl rechteckiger Öffnungen **14c** ist in dem Rahmenbereich **14a** durch Ausstanzen eines Teils des Rahmenbereichs **14a** gebildet, und eine rechteckige Öffnung

14d ist in Richtung auf ein Ende jedes Federbereichs 14b durch Ausstanzen eines Teils des Endes jedes Federbereichs 14b gebildet. Jeder Federbereich 14b ist derart ausgebildet, daß sein oberer Bereich, der im wesentlichen kegelförmig ist, die zugeordnete rechteckige Öffnung 14d beinhaltet.

Wie in **Fig. 8** gezeigt ist, bei der es sich um eine von der Seite gesehene Schnittansicht des Basisbereichs von einigen der Federbereiche 14b handelt, ist die erste Eingriffsfeder 14 in Richtung nach unten gebogen. Wie in **Fig. 7** gezeigt ist, bei der es sich um eine von oben gesehene Draufsicht auf die erste Eingriffsfeder 14 handelt, besitzt die erste Eingriffsfeder 14 eine im wesentlichen kreisförmige Öffnung 14e.

Wie in **Fig. 2** gezeigt ist, sind die rechteckigen Öffnungen 14c des Rahmenbereichs 14a auf den Vorsprüngen 13f angeordnet, die auf der oberen Oberfläche des Lagers 13c des ersten Rotationselements 13 ausgebildet sind, und die Enden der Vorsprünge 13f, die oben aus ihren jeweiligen rechteckigen Öffnungen 14c herausragen, sind zum Beispiel unter Wärmeinwirkung vernietet, so daß das erste Rotationselement 13 und die erste Eingriffsfeder 14 in integraler Weise ausgebildet sind.

Die nach unten abgebogenen Federbereiche 14b sind in den Nuten 13e des ersten Rotationselements 13 angeordnet. Der im wesentlichen kegelförmige obere Bereich jedes Federbereichs 14 einschließlich seiner zugehörigen rechteckigen Öffnung 14d ragt von der Innenumfangsfläche 13h an dem Rand der Welleneinführöffnung 13d in die Welleneinführöffnung 13d des ersten Rotationselements 13 hinein.

An der unteren Seite der **Fig. 2** ist gegenüber dem ersten Rotationselement 13 ein zweites Rotationselement 15 angeordnet, das im wesentlichen dieselbe Form wie das erste Rotationselement 13 aufweist. Das zweite Rotationselement 15 besitzt zum Beispiel einen Verzahnungsbereich 15b, einen Lagerbereich 15c sowie eine Welleneinführöffnung 15d, die an einer Innenumfangsfläche 15h des zweiten Rotationselement 15 ausgebildet ist.

Eine zweite Eingriffsfeder 16, die im wesentlichen dieselbe Konfiguration wie die erste Eingriffsfeder 14 hat und einen Federbereich 16b usw. aufweist, ist an dem zweiten Rotationselement 15 unter Verwendung derselben Verfahrensweise angebracht, wie diese zur Anbringung der ersten Eingriffsfeder 14 an dem ersten Rotationselement 13 verwendet wurde.

Mit anderen Worten sind die erste und die zweite Eingriffsfeder 14 und 16, die als Federelemente dienen, an den Innenumfangsflächen 13h und 15h an den Rändern der Welleneinführöffnungen 13d und 15d des ersten Rotationselement 13 bzw. des zweiten Rotationselement 15 angeordnet.

Der Lagerbereich 15c des zweiten Rotationselement 15 ist in die Öffnung 10b des Gehäuses 10 eingesetzt und entlang der Führungswand 10c, die entlang des Umfangs der Öffnung 10b ausgebildet ist, derart geführt, daß er frei drehbar ist.

Das erste Rotationselement 13 und das zweite Rotationselement 15, die an der Abdeckung 11 und dem Gehäuse 10 angebracht sind, besitzen dasselbe Rotationszentrum und können sich voneinander getrennt drehen.

An der unteren linken Seite des Gehäuses 10 der **Fig. 1** sind eine erste Codeplatte 17, die mit dem Verzahnungsbereich 13b des ersten Rotationselement 13 in Eingriff steht, sowie eine zweite Codeplatte 18 angeordnet, die mit dem Verzahnungsbereich 15b des zweiten Rotationselement 15 in Eingriff steht.

Wie in **Fig. 9** gezeigt ist, weist die erste Codeplatte 17 einen Verzahnungsbereich 17a sowie einen Informationsaufzeichnungsbereich 17b auf. Der Verzahnungsbereich 17a kämmt mit dem Verzahnungsbereich 13b des ersten Rotati-

onselements 13 und ist zum Beispiel aus einem Harzmaterial gebildet. Der Informationsaufzeichnungsbereich 17b ist seitlich von dem Verzahnungsbereich 17a angebracht und ist aus einem magnetischen Material mit einer Mehrzahl von magnetischen Nordpolen und Südpolen (N-S) hergestellt.

Der Informationsaufzeichnungsbereich 17b ist scheibenförmig ausgebildet und besitzt einen Außendurchmesser, der größer ist als der Außendurchmesser des Verzahnungsbereichs 17a. Ein vorspringender Erhebungsbereich 17c ist an einer Seite des Verzahnungsbereichs 17a ausgebildet.

Der auf der Seite des Verzahnungsbereichs 17a ausgebildete Erhebungsbereich 17c ist mit einer Erhebungsoffnung 17d in dem Informationsaufzeichnungsbereich 17b im Preßsitz oder durch anderweitige Verbindung verbunden, so daß der Verzahnungsbereich 17a und der Informationsaufzeichnungsbereich 17b in integraler Weise miteinander verbunden sind.

Eine Achseneinführöffnung 17e ist durch die erste Codeplatte 17 hindurch an dem Rotationszentrum der ersten Codeplatte 17 ausgebildet. An einer Seitenfläche 17f des Verzahnungsbereichs 17a sind eine Federnut 17g mit einer vorgebundenen Tiefe sowie eine Nut 17h zum Stoppen der Rotation einer Torsionsschraubenfeder (nicht gezeigt) ausgebildet, die in die Federnut 17g eingesetzt ist.

Ein Vorsprung 17j, der von der Seitenfläche 17f geringfügig wegragt, ist auf der Seite des Innenumfangs an dem Rand der Federnut 17g ausgebildet.

Wie in **Fig. 2** gezeigt ist, ist eine zweite Codeplatte 17 mit derselben Konfiguration wie die erste Codeplatte 17 an der unteren Seite in **Fig. 2** gegenüber dem Verzahnungsbereich 17a der ersten Codeplatte 17 angeordnet.

Die zweite Codeplatte 18 weist einen Verzahnungsbereich 18a, der mit dem Verzahnungsbereich 15b des zweiten Rotationselement 15 kämmt, einen Informationsaufzeichnungsbereich 18b, eine Achseneinführöffnung (nicht gezeigt), einen Vorsprung (nicht gezeigt) usw. auf. Eine Tragachse 19 aus Metall ist in die Achseneinführöffnung 17e der ersten Codeplatte 17 und die Achseneinführöffnung (nicht gezeigt) der zweiten Codeplatte 18 eingeführt, wobei eine Seite des Verzahnungsbereichs 17a sowie eine Seite des Verzahnungsbereichs 18a derart miteinander in Berührung gebracht sind, daß sich die Codeplatten 17 und 18 getrennt drehen können.

Die Tragachse 19 ist mit ihrem oberen Ende auf der Seite der Abdeckung 11 angebracht und mit ihrem unteren Ende auf der Seite des Gehäuses 10 angebracht, um die erste Codeplatte 17 und die zweite Codeplatte 18 in dem Gehäuse 10 aufzunehmen.

In die Federnut 17g ist eine Torsionsschraubenfeder (nicht gezeigt) eingesetzt, die das Auftreten von Spiel an den beiden Codeplatten 17 und 18 verhindert.

Ein Halter 22 ist an der linken unteren Ecke des Gehäuses 10 in **Fig. 1** angeordnet. An dem Halter 22 sind erste Detektionselemente 20 und zweite Detektionselemente 21 angebracht, bei denen es sich zum Beispiel um Öffnungselemente zum Detektieren von Information, d. h. magnetischer Information, handelt, die auf den Informationsaufzeichnungsbereichen 17b und 18b der Codeplatten 17 bzw. 18 aufgezeichnet ist.

Der Bereich des Halters 22, an dem die Detektionselemente 20 und 21 angebracht sind, besitzt zwei zueinander nicht parallele Seiten, die in Richtung aufeinander zu geneigt sind. Zwei erste Detektionselemente 20 sind an einer der zueinander nicht parallelen Seiten des Halters 22 angebracht, und zwei zweite Detektionselemente 21 sind an der anderen Seite der zueinander nicht parallelen Seite des Halters 22 angebracht, so daß die Detektionselemente getrennt sowie senkrecht zu dem Halter 22 angebracht sind. Die er-

sten Detektionselemente 20 sind an einer Stelle gegenüber dem Informationsaufzeichnungsbereich 17b der ersten Codeplatte 17 angebracht, während die zweiten Detektionselemente 21 an einer Stelle gegenüber dem Informationsaufzeichnungsbereich 18b der zweiten Codeplatte 18 angebracht sind.

Der Halter 22, an dem die ersten Detektionselemente 20 und die zweiten Detektionselemente 21 angebracht sind, besitzt eine ebene Rückseite, die zum Beispiel mit einem Substrat 23 hinter der Rückseite verbunden ist.

Eine integrierte Schaltung (IC) 24, die zur Ausführung von Rechenvorgängen an der von den Detektionselementen 20 und 21 gelieferten Information verwendet wird, ist an dem isolierenden Substrat 23 angebracht, und ein Leitungsdraht 25 zum Übertragen der von der integrierten Schaltung 24 verarbeiteten Information zu einer externen Vorrichtung ist an dem isolierenden Substrat 23 durch Löten oder der gleichen angebracht.

Es folgt nun eine Beschreibung eines Falls, in dem der Drehwinkelsensor der vorliegenden Erfindung zur Bildung eines Drehmomentsensors verwendet wird und dieser an einer Lenkwelle eines Kraftfahrzeugs zur Anwendung kommt.

Wie in Fig. 10 gezeigt ist, weist die Kraftfahrzeug-Lenkwelle 26 zum Beispiel einen ersten Betätigungswellenbereich 27 und einen zweiten Betätigungswellenbereich 28 auf, wobei in den Enden 27a und 28a derselben T-förmige Nuten 27b bzw. 28b ausgebildet sind. Diese Enden 27a und 28a stoßen gegeneinander. Ein elastisches Element 29, das in Fig. 10 schwarz umrandet dargestellt ist, ist in die Nuten 27b und 28b eingesetzt, so daß der erste Betätigungswellenbereich 27 und der zweite Betätigungswellenbereich 28 miteinander verbunden sind. Bei dem elastischen Element 29 handelt es sich zum Beispiel um eine Torsionsfeder bzw. einen Torsionsstabs.

Das erste Rotationselement 13 eines Drehwinkelsensors S der vorliegenden Erfindung ist dabei in das Ende 27a des ersten Betätigungswellenbereichs 27 aufgeschoben, und das zweite Rotationselement des Drehwinkelsensors S ist auf das Ende 28a des zweiten Betätigungswellenbereichs 28 aufgeschoben.

Wie vorstehend beschrieben wurde, sind die Federbereiche 14b und 16b der ersten und der zweiten Eingriffsfeder 14 und 16, bei denen es sich um Federelemente handelt, an den Innenumfangsflächen 13h und 15h an dem Rand der Welleneinführöffnungen 13d und 15d des ersten Rotationselements bzw. des zweiten Rotationselements 15 angeordnet. Die Federbereiche 14b und 16b drücken elastisch gegen den ersten Betätigungswellenbereich 27 bzw. den zweiten Betätigungswellenbereich 28, so daß das erste Rotationselement 13 und das zweite Rotationselement 15 durch den ersten Betätigungswellenbereich 27 bzw. den zweiten Betätigungswellenbereich 28 gehalten sind, wodurch der Drehwinkelsensor S an der Lenkwelle 26 angebracht ist.

Wie in Fig. 11 gezeigt ist, ist die Lenkwelle 26 derart ausgebildet, daß eine Handhabe bzw. ein Lenkrad 30 an dem ersten Betätigungswellenbereich 27 angebracht ist und der zweite Betätigungswellenbereich 28 an einem nicht gezeigten Rad angebracht ist. Wenn das Lenkrad 30 gedreht wird, um den zweiten Betätigungswellenbereich 28 rotationsmäßig zu bewegen, wird das Rotations-Drehmoment an dem zweiten Betätigungswellenbereich 28 zum Beispiel aufgrund des Zustands der Straßenoberfläche (nicht gezeigt), mit der die Fahrzeugräder in Berührung stehen, hoch. Wenn in diesem Fall der erste Betätigungswellenbereich 27 als Ergebnis der Drehbewegung des Lenkrads 30 verdreht wird, wird der zweite Betätigungswellenbereich 28 aufgrund des elastischen Elements 29 später verdreht als der erste Betätigungs-

gungswellenbereich 27, wodurch die Rotationswinkel des ersten Betätigungswellenbereichs 27 und des zweiten Betätigungswellenbereichs 28 voneinander verschieden werden.

Diese Differenz bei den Rotationswinkeln führt wiederum dazu, daß die Rotationswinkel der ersten Codeplatte 17 und der zweiten Codeplatte 18 voneinander verschieden werden. Der Rotationswinkel der ersten Codeplatte 17 und der Rotationswinkel der zweiten Codeplatte 18 werden von dem ersten Detektionselement 20 bzw. dem zweiten Detektionselement 21 detektiert. Die Differenz in den Rotationswinkeln der Codeplatten 17 und 18 wird mittels der integrierten Schaltung 24 berechnet, wodurch sich das Rotations-Drehmoment auf der Seite des ersten Betätigungswellenbereichs 27 detektieren läßt. Somit kann der Drehwinkelsensor S der vorliegenden Erfindung zur Bildung eines Drehmomentsensors verwendet werden.

Die elektrisch betriebene Servolenkvorrichtung der vorliegenden Erfindung weist einen Elektromotor (nicht gezeigt) auf, wie zum Beispiel einen Motor, der die Betätigungs person bei der Betätigung des Lenkrads 30 unterstützt. Beim Drehen des Lenkrads 30 detektiert der Drehmomentsensor das Rotations-Drehmoment an dem ersten Betätigungswellenbereich 27. Wenn das Rotations-Drehmoment an dem ersten Betätigungswellenbereich 27 einen vorbestimmten Wert überschreitet, wird ein Betriebsbefehl von der integrierten Schaltung 24 über einen Treiber zu dem Elektromotor geschickt, um dadurch den Elektromotor in Betrieb zu setzen.

Die Betätigungs kraft des Elektromotors wird dazu verwendet, die Bedienungsperson, die das Lenkrad 30 mit einer bestimmten Drehkraft dreht, bei dieser Drehung des Lenkrads 30 zu unterstützen, wodurch ein geringeres Rotations-Drehmoment auf das Lenkrad 30 ausgeübt zu werden braucht.

In der vorstehenden Beschreibung des Drehwinkelsensors S der vorliegenden Erfindung sind die Informationsaufzeichnungsbereiche 17b und 18b der Codeplatten 17 und 18 zwar als magnetische Medien beschrieben worden und die Detektionselemente 20 und 21 sind als magnetische Sensoren beschrieben worden, jedoch können die Informationsaufzeichnungsbereiche 17b und 18b auch Identifizierungsmarkierungen sein, die zum Beispiel durch einen optischen Sensor identifizierbar sind, und bei den Detektionselementen kann es sich zum Beispiel um optische Sensoren handeln, die aus einer lichtemittierenden Einrichtung und einer lichtempfängenden Einrichtung bestehen.

Bei dem Drehwinkelsensor der vorliegenden Erfindung erfolgt dann, wenn die Codeplatten als Ergebnis einer Drehung der Rotations elemente rotationsmäßig bewegt werden, durch die Detektionselemente eine Detektion der Information auf ihren zugeordneten Codeplatten, um dadurch die Rotationswinkel ihrer zugehörigen Rotations elemente zu detektieren. Somit können die Codeplatten und die Rotations elemente als separate Elemente ausgebildet sein. Selbst wenn die Rotations elemente als Ergebnis einer übermäßigen Last auf den Rotations elementen geringfügig verlagert werden, wird die übermäßige Last nicht auf die Codeplatten ausgeübt, so daß sich die Größe des Spalts zwischen den Codeplatten und ihren zugeordneten Detektionselementen nicht verändert.

Auf diese Weise ist es möglich, einen Drehwinkelsensor zu schaffen, der den Drehwinkel eines Rotations elements exakt detektieren kann, selbst wenn eine übermäßige Belastung auf das Rotations element ausgeübt wird.

Weiterhin besitzt der Drehwinkelsensor ein erstes und ein zweites Rotations element, die sich voneinander getrennt drehen können und die dasselbe Rotations zentrum aufweisen; eine erste und eine zweite Codeplatte, die Verzahnungs-

bereiche besitzen, die mit ihren jeweiligen Rotationselementen kämmen, und getrennt voneinander drehbar sind; sowie ein erstes und ein zweites Detektionselement zum Detektieren von Information auf ihrer zugeordneten ersten Codeplatte und zweiten Codeplatte. Wenn das erste Rotationselement und das zweite Rotationselement durch den Eingriff des Verzahnungsbereichs der ersten Codeplatte mit dem Verzahnungsbereich des ersten Rotationselements sowie durch den Eingriff des Verzahnungsbereichs der zweiten Codeplatte mit dem Verzahnungsbereich des zweiten Rotationselements rotationsmäßig bewegt werden, wird die Information auf der ersten Codeplatte durch das erste Detektionselement detektiert, und die Information auf der zweiten Codeplatte wird durch das zweite Detektionselement detektiert, so daß sich die Rotationswinkel des ersten Rotationselements und des zweiten Rotationselements separat erfassen lassen. Die Codeplatten und die Rotationselemente können somit aufgrund der Verzahnungsbereiche als separate Komponenten ausgebildet werden, so daß es selbst bei Ausübung einer übermäßigen Last auf die Rotationselemente möglich ist, die Codeplatten ohne Spiel zu halten. Der Drehwinkelsensor kann für einen Drehmomentsensor verwendet werden, der das Rotations-Drehmoment an dem ersten Rotationselement und dem zweiten Rotationselement aufgrund der durch die zugehörigen beiden Codeplatten der Rotationselemente detektierten Differenz zwischen den Rotationswinkel der beiden Rotationselemente detektieren kann.

Ferner besitzen bei dem Drehwinkelsensor die erste und die zweite Codeplatte dasselbe Rotationszentrum, wobei die Verzahnungsbereiche derart angeordnet sind, daß eine Seite des einen Verzahnungsbereichs sowie eine Seite des anderen Verzahnungsbereichs einander gegenüberliegen. Die Informationsaufzeichnungsbereiche sind jeweils an den anderen, voneinander wegweisenden Seiten der Verzahnungsbereiche derart ausgebildet, daß ihr Außendurchmesser größer ist als der Außendurchmesser ihrer jeweiligen Verzahnungsbereiche. Das erste und das zweite Rotationselement sind zwischen den Informationsaufzeichnungsbereichen drehbar angeordnet. Aufgrund einer derartigen Konstruktion können die äußeren Abmessungen der Informationsaufzeichnungsbereiche der Codeplatten groß gemacht werden, wodurch sich die Drehwinkel mit hoher Präzision erfassen lassen.

Da die Rotationselemente zwischen den Informationsaufzeichnungsbereichen angeordnet sind, werden ferner die Außenabmessungen des Drehwinkelsensors nicht groß, obwohl die Außenabmessungen der Informationsaufzeichnungsbereiche groß sind.

Weiterhin sind die Rotationselemente, die Codeplatten und die Detektionselemente in einem kastenförmigen Gehäuse derart untergebracht, daß die Detektionselemente an einer Ecke des Gehäuses angeordnet sind und die Codeplatten zwischen den Detektionselementen und ihren zugehörigen Rotationselementen angeordnet sind. Aus diesem Grund lassen sich die Außenabmessungen des Drehwinkel-sensors klein ausbilden.

Weiterhin besitzen die Codeplatten jeweils einen Informationsaufzeichnungsbereich aus magnetischem Material mit einer Mehrzahl von magnetischen Polen, und bei den Detektionselementen handelt es sich um magnetische Sensoren, die auf das Magnetfeld des magnetischen Materials ansprechen. Wenn sich das Magnetfeld als Ergebnis einer Rotation der Codeplatten verändert, läßt sich somit die Veränderung des Magnetfelds durch die Detektionselemente mit hoher Genauigkeit detektieren. Somit ist es möglich, einen Drehwinkelsensor zu schaffen, der den Drehwinkel eines Rotationselementes mit hoher Genauigkeit detektieren kann.

Da ferner die magnetischen Elemente um die Welleneinführöffnungen der Rotationselemente nicht mit großen Durchmessern ausgebildet werden müssen, läßt sich der Drehwinkelsensor mit der erforderlichen Mindestgröße ausbilden. Auf diese Weise kann ein kostengünstiger Drehwinkelsensor geschaffen werden.

Der Drehmomentsensor der vorliegenden Erfindung besitzt einen Drehwinkelsensor mit einem ersten Rotationselement und einem zweiten Rotationselement, die voneinander getrennt drehbar sind und dasselbe Rotationszentrum aufweisen, wobei jedes Rotationselement einen Verzahnungsbereich an seinem äußeren Umfangsbereich sowie eine Welleneinführöffnung an seinem Rotationszentrum aufweist. Ferner beinhaltet der Drehwinkelsensor eine erste Codeplatte und eine zweite Codeplatte, die voneinander getrennt drehbar sind, wobei die erste Codeplatte einen Verzahnungsbereich aufweist, der mit dem ersten Rotationselement kämmt, und die zweite Codeplatte einen Verzahnungsbereich aufweist, der mit dem zweiten Rotationselement kämmt, wobei die erste Codeplatte einen Informationsaufzeichnungsbereich aufweist, der sich ansprechend auf eine Rotation des ersten Rotationselements rotationsmäßig bewegt, und die zweite Codeplatte einen Informationsaufzeichnungsbereich aufweist, der sich ansprechend auf eine Rotation des zweiten Rotationselements rotationsmäßig bewegt. Ferner beinhaltet der Drehwinkelsensor ein erstes Detektionselement zum Detektieren von auf dem ersten Informationsaufzeichnungsbereich aufgezeichnete Information sowie ein zweites Detektionselement zum Detektieren von auf dem zweiten Informationsaufzeichnungsbereich aufgezeichnete Information. Wenn bei dem Drehwinkelsensor das erste Rotationselement und das zweite Rotationselement eine Rotationsbewegung ausführen und dadurch die erste Codeplatte bzw. die zweite Codeplatte rotationsmäßig bewegt werden, detektiert das erste Detektionselement die Information auf der ersten Codeplatte, und das zweite Detektionselement detektiert die Information auf der zweiten Codeplatte, wodurch der Drehwinkel des ersten Rotationselements und der Drehwinkel des zweiten Rotationselements detektiert werden. Der Drehmomentsensor besitzt ferner eine erste Betätigungsquelle und eine zweite Betätigungsquelle, wobei ein Ende der ersten Betätigungsquelle und ein Ende der zweiten Betätigungsquelle gegeneinanderstoßen und diese durch ein elastisches Element verbunden sind, bei dem es sich um einen Torsionsstab handelt. Bei dem Drehmomentsensor ist das erste Rotationselement von dem Ende der ersten Betätigungsquelle gehalten und das zweite Rotationselement ist von dem Ende der zweiten Betätigungsquelle gehalten, um auf diese Weise den Drehwinkel der ersten Betätigungsquelle durch das erste Detektionselement und den Drehwinkel der zweiten Betätigungsquelle durch das zweite Detektionselement zu detektieren, wodurch das Rotations-Drehmoment an der ersten Betätigungsquelle aufgrund der Differenz zwischen dem Drehwinkel der ersten Betätigungsquelle und dem Drehwinkel der zweiten Betätigungsquelle detektiert wird. Aufgrund dieser Ausbildung kann der Drehwinkelsensor mit hoher Genauigkeit die Differenz zwischen dem Drehwinkel der ersten Betätigungsquelle und dem Drehwinkel der zweiten Betätigungsquelle erfassen. Eine integrierte Schaltung führt Berechnungen an der Differenz zwischen den Drehwinkel durch, um diese in einen Drehmomentwert umzuwandeln, wodurch sich das Rotations-Drehmoment an der ersten Betätigungsquelle mit hoher Genauigkeit erfassen läßt.

In dem Drehmomentsensor ist ein Federelement an der Innenumfangsfläche an dem Rand der Welleneinführöffnung des ersten Rotationselementes sowie an der Innenumfangsfläche an dem Rand der Welleneinführöffnung des

zweiten Rotationselementen vorgesehen, wobei die Federelemente elastisch gegen die erste und die zweite Betätigungsquelle drücken, so daß das erste Rotationselement durch die erste Betätigungsquelle gehalten ist und das zweite Rotationselement durch die zweite Betätigungsquelle gehalten ist. Die Rotationselemente lassen sich somit durch ihre jeweiligen Betätigungsquellen halten, während die Federelemente elastisch gegen die Betätigungsquellen drücken, indem lediglich die Rotationselemente auf ihre jeweiligen Betätigungsquellen gepaßt werden.

Somit ist es möglich, einen Drehmomentsensor zu schaffen, der eine einfache Montage der Rotationselemente an den Betätigungsquellen ermöglicht, und zwar ohne Schlupf der Rotationselemente gegenüber den Betätigungsquellen.

Die elektrisch betriebene Servolenkvorrichtung besitzt einen Drehwinkelsensor, der ein erstes Rotationselement und ein zweites Rotationselement beinhaltet, die voneinander getrennt drehbar sind und dasselbe Rotationszentrum aufweisen, wobei jedes Rotationselement einen Verzahnungsbereich an seinem Außenumfangsbereich sowie eine Welleneinführöffnung an seinem Rotationszentrum aufweist. Ferner besitzt der Drehwinkelsensor eine erste Codeplatte und eine zweite Codeplatte, die voneinander getrennt drehbar sind, wobei die erste Codeplatte einen Verzahnungsbereich aufweist, der mit dem ersten Rotationselement kämmt, und wobei die zweite Codeplatte einen Verzahnungsbereich aufweist, der mit dem zweiten Rotationselement kämmt, wobei die erste Codeplatte einen Informationsaufzeichnungsbereich aufweist, der sich ansprechend auf eine Rotation des ersten Rotationselementes rotationsmäßig bewegt, und wobei die zweite Codeplatte einen Informationsaufzeichnungsbereich aufweist, der sich ansprechend auf eine Rotation des zweiten Rotationselementes rotationsmäßig bewegt. Ferner beinhaltet der Drehwinkelsensor ein erstes Detektionselement zum Detektieren von Information, die auf dem ersten Informationsaufzeichnungsbereich verzeichnet ist, sowie ein zweites Detektionselement zum Detektieren von Information, die auf dem zweiten Informationsaufzeichnungsbereich verzeichnet ist. Wenn bei dem Drehwinkelsensor die erste Codeplatte und die zweite Codeplatte als Ergebnis einer Rotationsbewegung des ersten Rotationselementen bzw. des zweiten Rotationselementes rotationsmäßig bewegt werden, detektiert das erste Detektionselement die Information auf der ersten Codeplatte, und das zweite Detektionselement detektiert die Information auf der zweiten Codeplatte, wodurch der Drehwinkel des ersten Rotationselementen und der Drehwinkel des zweiten Rotationselementen detektiert werden. Die elektrisch betriebene Servolenkvorrichtung besitzt ferner einen auf der Seite des Lenkrads des Fahrzeugs befindlichen Lenkwellenbereich zum Haltern des ersten Rotationselementen sowie einen fahrzeugradseitigen Lenkwellenbereich zum Haltern des zweiten Rotationselementen, wobei ein Ende des lenkradseitigen Lenkwellenbereichs und ein Ende des fahrzeugradseitigen Lenkwellenbereichs gegeneinanderstoßen und durch ein elastisches Element verbunden sind, bei dem es sich um einen Torsionsstab handelt. Die Vorrichtung besitzt ferner einen Motor, der zur Unterstützung beim Drehen des Lenkrads verwendet wird. Bei der Servovorrichtung wird der Drehwinkel des lenkradseitigen Lenkwellenbereichs durch das erste Detektionselement detektiert, und der Drehwinkel des fahrzeugradseitigen Lenkwellenbereichs wird durch das zweite Detektionselement detektiert, wodurch das Rotations-Drehmoment an der ersten Betätigungsquelle aufgrund der Differenz zwischen dem Rotationswinkel des lenkradseitigen Lenkwellenbereichs und dem Rotationswinkel des fahrzeugradseitigen Lenkwellenbereichs detektiert wird, so daß dann das Rotations-Drehmoment einen vorbe-

stimmten Wert übersteigt, der Motor seinen Betrieb aufnimmt, um das Drehen des Lenkrads zu unterstützen. Aufgrund dieser Ausbildung läßt sich eine elektrisch betriebene Servo-Lenkvorrichtung schaffen, die das Rotations-Drehmoment an einer Betätigungsquelle mit hoher Genauigkeit detektieren kann und die unter Verwendung des mit hoher Genauigkeit erfaßten Rotations-Drehmoments eine hohe Leistung erzielen kann.

10

## Patentansprüche

1. Drehwinkelsensor mit: einer Rotationseinrichtung (13, 15) mit einem Verzahnungsbereich (13b, 15b) an ihrem Außenumfang, wobei die Rotationseinrichtung an ihrem Rotationszentrum eine Welleneinführöffnung aufweist; einer Codeplatteneinrichtung (17, 18), die mit dem Verzahnungsbereich der Rotationseinrichtung (13, 15) in Eingriff steht, wobei die Codeplatteneinrichtung (17, 18) einen Informationsaufzeichnungsbereich aufweist, der sich ansprechend auf eine Rotation der Rotationseinrichtung (13, 15) dreht; und mit einer Detektionseinrichtung (20, 21) zum Detektieren von Information, die auf dem Informationsaufzeichnungsbereich aufgezeichnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß dann, wenn sich die Codeplatteneinrichtung (17, 18) als Ergebnis einer Rotation der Rotationseinrichtung (13, 15) dreht, die Detektionseinrichtung (20, 21) die Information auf der Codeplatteneinrichtung (17, 18) detektiert und dadurch den Rotationswinkel der Rotationseinrichtung (13, 15) detektiert.
2. Drehwinkelsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotationseinrichtung ein erstes Rotationselement (13) und ein zweites Rotationselement (15) aufweist, wobei das erste Rotationselement (13) und das zweite Rotationselement (15) getrennt voneinander drehbar sind und dasselbe Rotationszentrum aufweisen, daß die Codeplatteneinrichtung eine erste Codeplatte (17) und eine zweite Codeplatte (18) aufweist, die jeweils einen mit der Rotationseinrichtung in Eingriff stehenden Verzahnungsbereich (17a, 18a) aufweisen und getrennt voneinander drehbar sind, und daß die Detektionseinrichtung ein erstes Detektionselement (20) und ein zweites Detektionselement (21) zum Detektieren von Information auf der ersten Codeplatte (17) bzw. der zweiten Codeplatte (18) aufweist, und daß bei Rotation des ersten Rotationselement (13) und des zweiten Rotationselement (15) durch den Eingriff zwischen dem Verzahnungsbereich (17a) der ersten Codeplatte (17) und einem Verzahnungsbereich (13b) des ersten Rotationselement (13) sowie durch den Eingriff zwischen dem Verzahnungsbereich (18a) der zweiten Codeplatte (18) und einem Verzahnungsbereich (15b) des zweiten Rotationselement (15) die Information auf der ersten Codeplatte (17) durch das erste Detektionselement (20) detektiert wird und die Information auf der zweiten Codeplatte (18) durch das zweite Detektionselement (21) detektiert wird, so daß der Rotationswinkel des ersten Rotationselement (13) und der Rotationswinkel des zweiten Rotationselement (15) getrennt detektiert werden.
3. Drehwinkelsensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Codeplatte (17) und die zweite Codeplatte (18) dasselbe Rotationszentrum aufweisen, daß die eine Seite des Verzahnungsbereichs (17a) der ersten Codeplatte (17) und die eine Seite des Verzahnungsbereichs (18a) der zweiten Codeplatte (18) einander zugewandt gegenüberliegend angeordnet

sind und die andere Seite des Verzahnungsbereichs (17a) der ersten Codeplatte (17), auf der der zugeordnete Informationsaufzeichnungsbereich gebildet ist, sowie die andere Seite des Verzahnungsbereichs (18a) der zweiten Codeplatte (18), auf der der zugeordnete Informationsaufzeichnungsbereich gebildet ist, von einander wegweisend angeordnet sind, wobei der Außendurchmesser jedes Informationsaufzeichnungsbereichs (17b, 18b) größer ist als der Außendurchmesser des zugeordneten Verzahnungsbereichs (17a, 17b), und daß das erste Rotationselement (13) und das zweite Rotationselement (15) zwischen den Informationsaufzeichnungsbereichen (17b, 18b) drehbar angeordnet sind. 5

4. Drehwinkelsensor nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotationseinrichtung (13, 15), die Codeplatteneinrichtung (17, 18) und die Detektionseinrichtung (20, 21) in einem kastenförmigen Gehäuse (10) untergebracht sind und daß die Codeplatteneinrichtung (17, 18) zwischen der Detektionseinrichtung (20, 21) und der Rotations- 10 einrichtung (13, 15) angeordnet ist. 15

5. Drehwinkelsensor nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Informationsaufzeichnungsbereiche (17b, 18b) der Codeplatteneinrichtung (17, 18) aus einem magnetischen Material mit einer Mehrzahl magnetischer Pole gebildet sind, und daß die Detektionseinrichtung (20, 21) einen Magnetsensor 20 aufweist, der auf das Magnetfeld des magnetischen Materials reagiert. 25

6. Drehmomentsensor mit: einem Drehwinkelsensor mit einem ersten Rotations- 30 element (13) und einem zweiten Rotationselement (15), die getrennt drehbar sind und dasselbe Rotationszentrum aufweisen, wobei jedes Rotationselement einen Verzahnungsbereich (13b, 15b) an seinem äußeren Umfangsbereich sowie eine Welleneinführöffnung (13d, 15d) an seinem Rotationszentrum aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß eine erste Codeplatte (17) und eine zweite Codeplatte (18) vorgesehen sind, die getrennt drehbar sind, wobei die erste Codeplatte (17) einen Verzahnungsbereich aufweist, der mit dem ersten Rotationselement (13) in Eingriff steht und die zweite Codeplatte (18) einen Verzahnungsbereich (18a) aufweist, der mit dem zweiten Rotationselement (15) in 40 Eingriff steht, wobei die erste Codeplatte (17) einen Informationsaufzeichnungsbereich (17b) aufweist, der sich ansprechend auf eine Rotation des ersten Rotationselements (13) dreht und wobei die zweite Codeplatte (18) einen Informationsaufzeichnungsbereich (18b) aufweist, der sich ansprechend auf eine Rotation des zweiten Rotationselements (15) dreht, und daß ein 45 erstes Detektionselement (20) zum Detektieren von auf dem ersten Informationsaufzeichnungsbereich (17b) aufgezeichneter Information sowie ein zweites Detektionselement (21) zum Detektieren von auf dem zweiten Informationsaufzeichnungsbereich (18b) aufgezeichneter Information vorgesehen sind, so daß bei 50 Rotationsbewegung des ersten Rotationselements (13) und des zweiten Rotationselements (15) und somit bei Rotation der ersten Codeplatte (17) bzw. der zweiten Codeplatte (18) das erste Detektionselement (20) die Information auf der ersten Codeplatte (17) detektiert und das zweite Detektionselement (21) die Information auf der zweiten Codeplatte (18) detektiert, wodurch der 55 Drehwinkel des ersten Rotationselements (13) und der Drehwinkel des zweiten Rotationselements (15) detektiert werden, daß der Drehmomentsensor ferner

60

65

eine erste Betätigungsquelle (27) und eine zweite Betätigungsquelle (28) aufweist, wobei ein Ende (27a) der ersten Betätigungsquelle (27) und ein Ende (28a) der zweiten Betätigungsquelle (28) gegeneinanderstoßen und durch ein elastisches Element (29) in Form eines Torsionsstabs verbunden sind, und daß das erste Rotationselement (13) von dem Ende (27a) der ersten Betätigungsquelle (27) gehalten ist und das zweite Rotationselement (15) von dem Ende (28a) der zweiten Betätigungsquelle (28) gehalten ist, um den Drehwinkel der ersten Betätigungsquelle (27) durch das erste Detektionselement (20) zu detektieren und den Drehwinkel der zweiten Betätigungsquelle (28) durch das zweite Detektionselement (21) zu detektieren, wobei das Rotations-Drehmoment an der ersten Betätigungsquelle (27) aufgrund der Differenz zwischen dem Drehwinkel der ersten Betätigungsquelle (27) und dem Drehwinkel der zweiten Betätigungsquelle (28) erfaßt wird. 7

7. Drehmomentsensor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Federelement (14, 16) an der Innenumfangsfläche an dem Rand der Welleneinführöffnung (13d) des ersten Rotationselements (13) und an der Innenumfangsfläche an dem Rand der Welleneinführöffnung (15b) des zweiten Rotationselements (15) vorgesehen sind, wobei die Federelemente (14, 16) elastisch gegen die erste und die zweite Betätigungsquelle (27, 28) drücken, um das erste Rotationselement (13) an der ersten Betätigungsquelle (27) zu halten und das zweite Rotationselement (15) an der zweiten Betätigungsquelle (28) zu halten. 8

8. Elektrisch betriebene Servo-Lenkvorrichtung, gekennzeichnet durch: einen Drehwinkelsensor mit einem ersten Rotations- 35 element (13) und einem zweiten Rotations- element (15), die getrennt drehbar sind und dasselbe Rotationszentrum aufweisen, wobei jedes Rotationselement einen Verzahnungsbereich (13b, 15b) an seinem Außen- umfangsbereich sowie eine Welleneinführöffnung (13d, 15d) an seinem Rotationszentrum aufweist, wobei der Drehwinkelsensor ferner eine erste Codeplatte (17) und eine zweite Codeplatte (18) aufweist, die getrennt drehbar sind, wobei die erste Codeplatte (17) einen Verzahnungsbereich (17a) aufweist, der mit dem ersten Rotationselement (13) in Eingriff steht, und die zweite Codeplatte (18) einen Verzahnungsbereich (18a) aufweist, der mit dem zweiten Rotationselement (15) in Eingriff steht, wobei die erste Codeplatte (17) einen Informationsaufzeichnungsbereich (17b) aufweist, der sich ansprechend auf eine Rotation des ersten Rotationselements (13) dreht, und die zweite Codeplatte (18) einen Informationsaufzeichnungsbereich (18b) aufweist, der sich ansprechend auf eine Rotation des zweiten Rotationselements (15) dreht, durch ein erstes Detektionselement (20) zum Detektieren von auf dem ersten Informationsaufzeichnungsbereich (17b) aufgezeichneter Information und ein zweites Detektionselement (21) zum Detektieren von auf dem zweiten Informationsaufzeichnungsbereich (18b) aufgezeichneter Information, wobei bei Rotation der ersten Codeplatte (17) und der zweiten Codeplatte (18) als Ergebnis einer Rotation des ersten Rotationselements (13) bzw. des zweiten Rotationselements (15) das erste Detektionselement (20) die Information auf der ersten Codeplatte (17) detektiert und das zweite Detektionselement (21) die Information auf der zweiten Codeplatte (18) detektiert, wodurch der Drehwinkel des ersten Rotationselements (13) und der Drehwinkel des zweiten Rotationselements (15) erfaßt werden.

den,  
 wobei die elektrisch betriebene Servo-Lenkvorrichtung  
 ferner eine fahrzeughandhabungsseitige Lenkwellen-  
 einrichtung zum Haltern des ersten Rotationselements  
**(13)** sowie eine fahrzeuggradseitige Lenkwelleneinrich- 5  
 tung zum Haltern des zweiten Rotationselements **(15)**  
 aufweist, wobei ein Ende der fahrzeughandhabungssei-  
 tigen Lenkwelleneinrichtung und ein Ende der fahr-  
 zeuggradseitigen Lenkwelleneinrichtung gegeneinan-  
 derstoßen und durch ein elastisches Element in Form 10  
 eines Torsionsstabs **(29)** verbunden sind, und durch  
 einen Motor zur Verwendung als Unterstützung beim  
 Drehen einer Handhabe **(30)**, wobei der Drehwinkel  
 der fahrzeughandhabenseitigen Lenkwelleneinrichtung  
 durch das erste Detektionselement **(20)** detektiert wird 15  
 und der Drehwinkel der fahrzeuggradseitigen Lenkwell-  
 leneinrichtung durch das zweite Detektionslement  
**(21)** detektiert wird und dadurch das Rotations-Dreh-  
 moment an der ersten Betätigungsquelle **(27)** aufgrund 20  
 der Differenz zwischen dem Drehwinkel der fahrzeug-  
 handhabenseitigen Lenkwelleneinrichtung und dem  
 Drehwinkel der fahrzeuggradseitigen Lenkwellenein-  
 richung erfaßt wird und dann, wenn das Rotations-  
 Drehmoment einen vorbestimmten Wert überschreitet,  
 der Motor seinen Betrieb aufnimmt und die Drehbewe- 25  
 gung der Handhabe **(30)** unterstützt.

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

FIG. 1

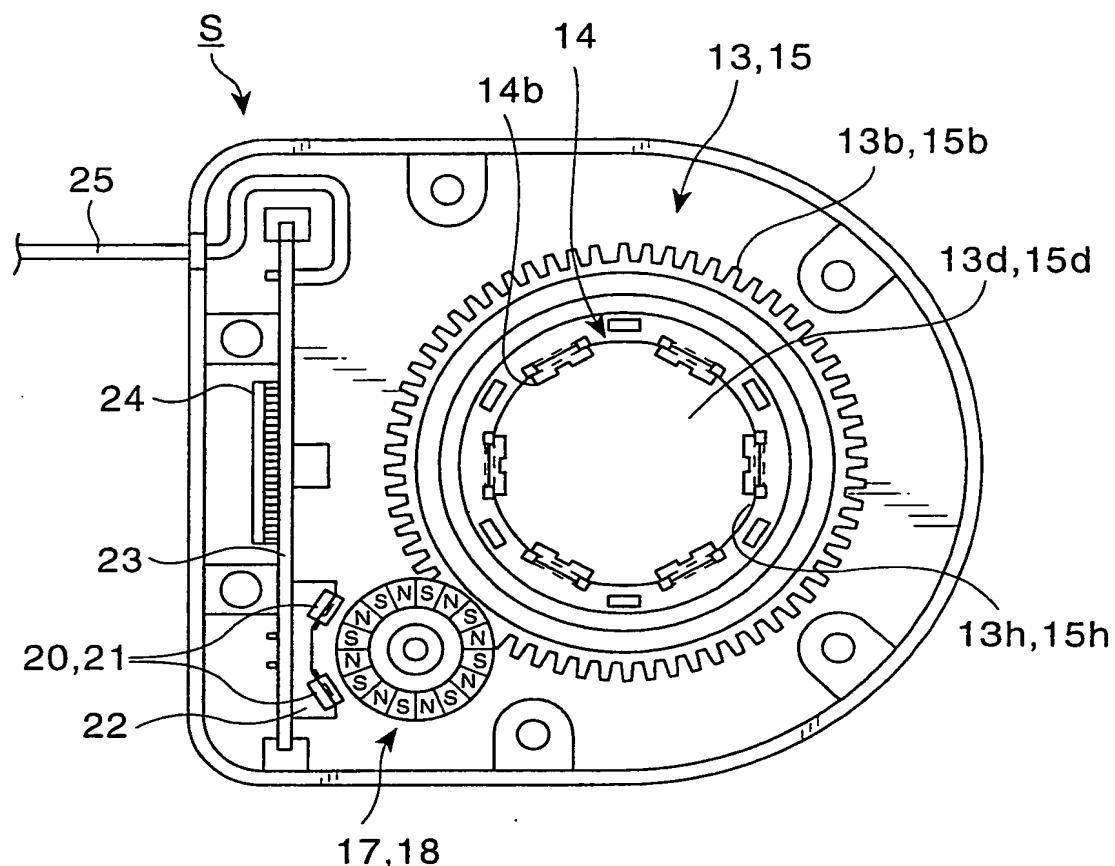


FIG. 2

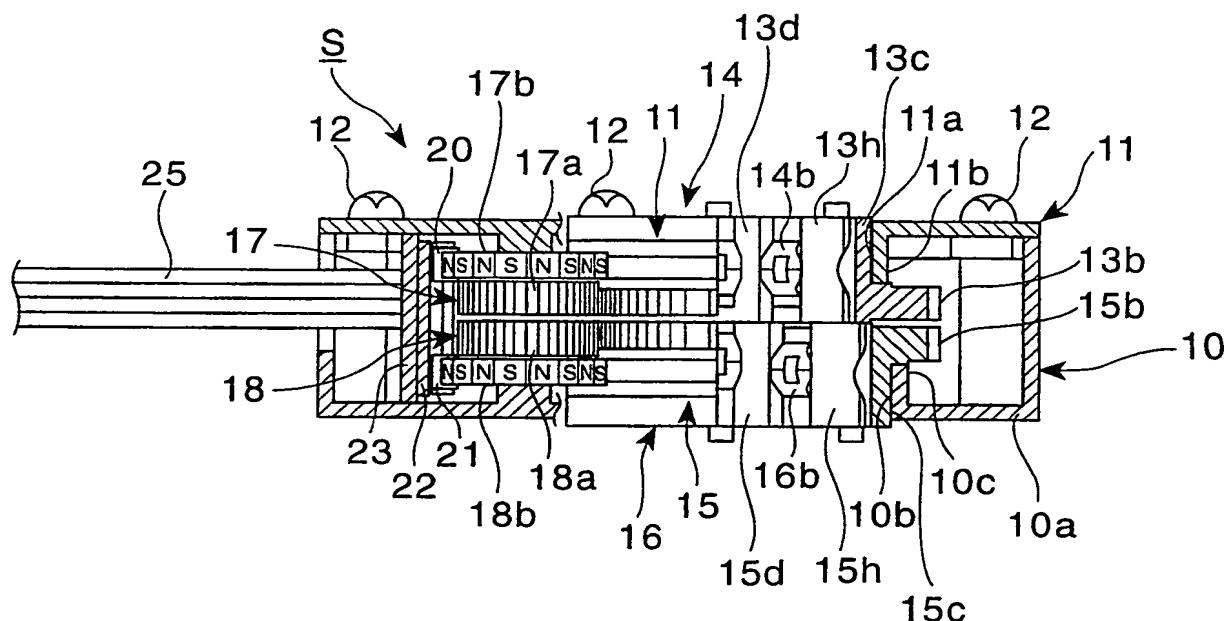


FIG. 3A

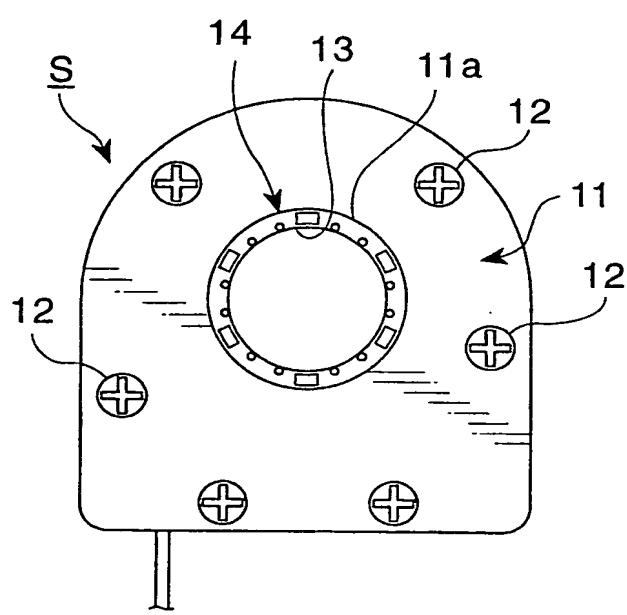


FIG. 3B

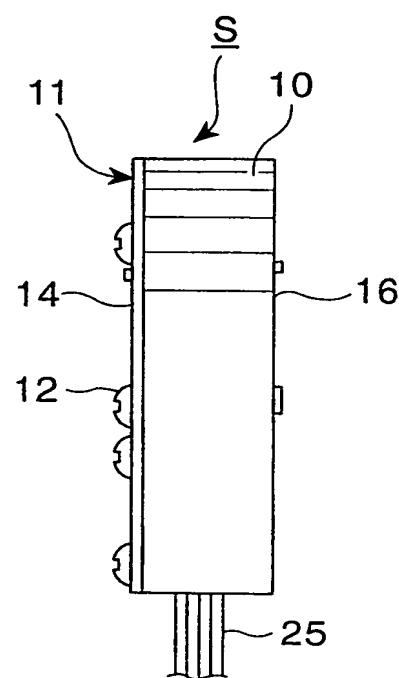


FIG. 4

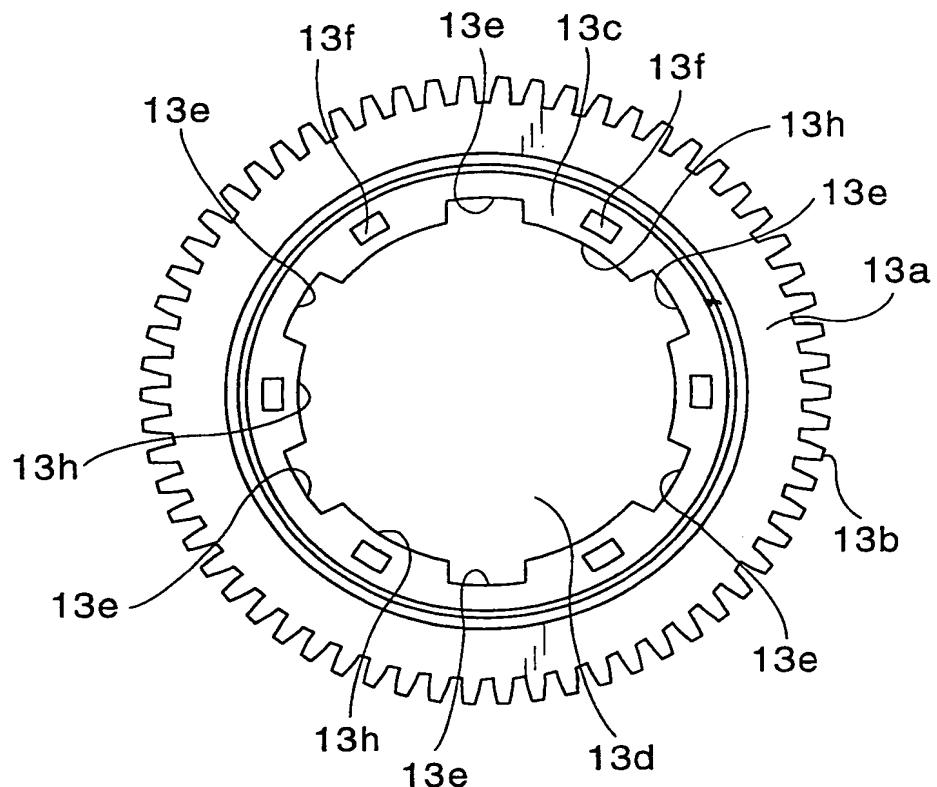


FIG. 5

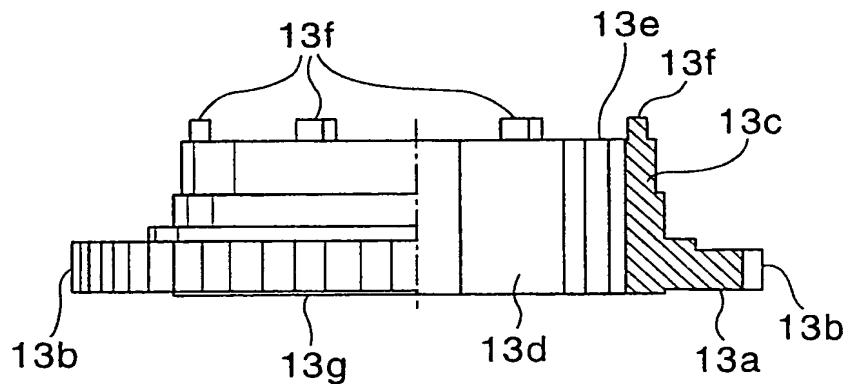


FIG. 6

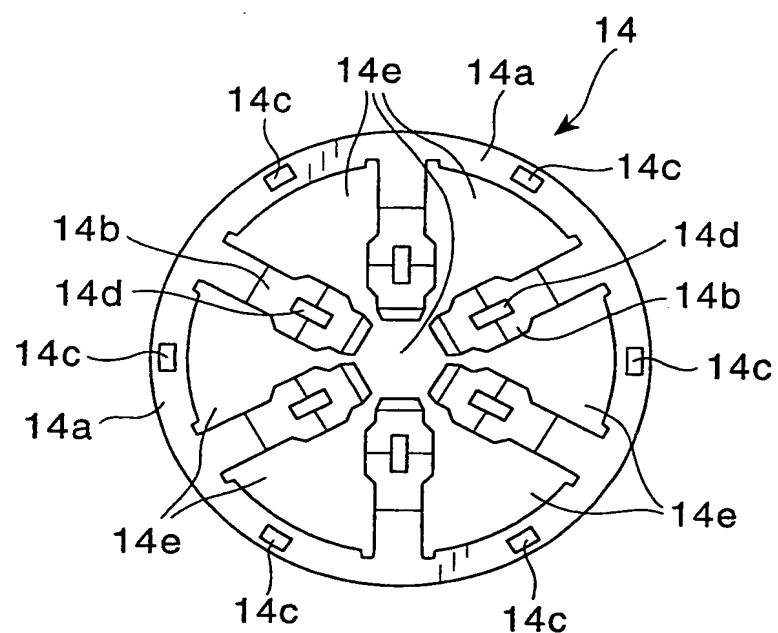


FIG. 7

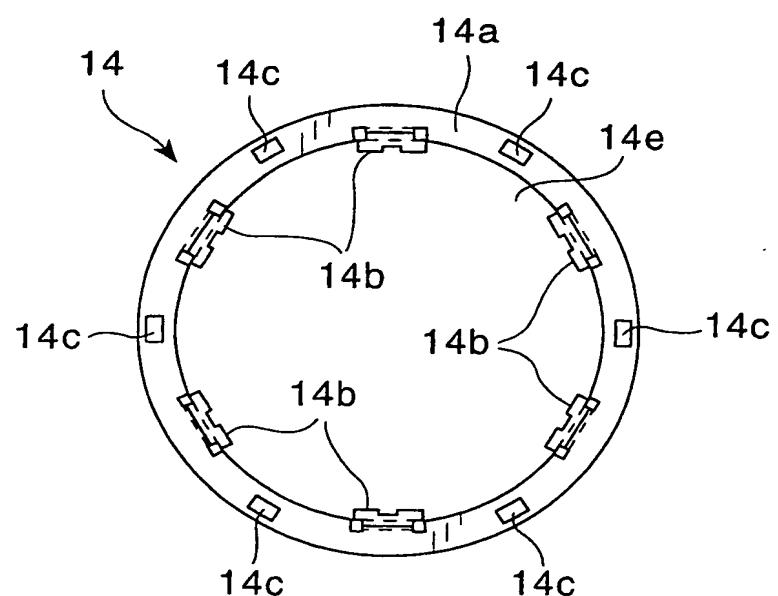


FIG. 8

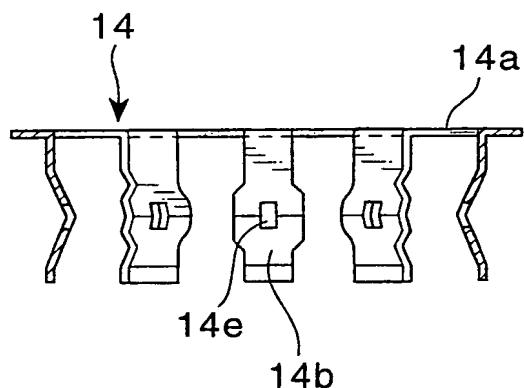


FIG. 9A

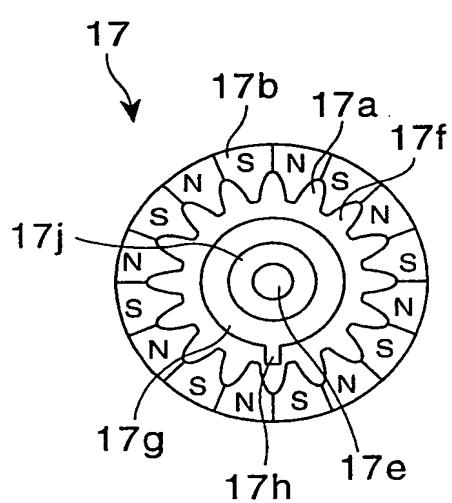


FIG. 9B

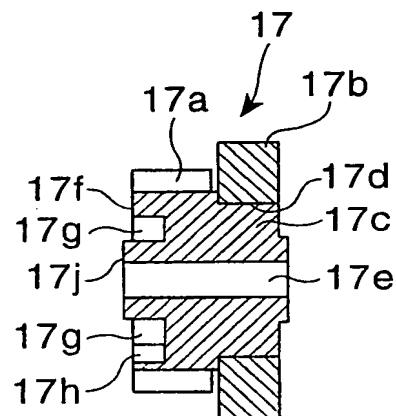


FIG. 9C

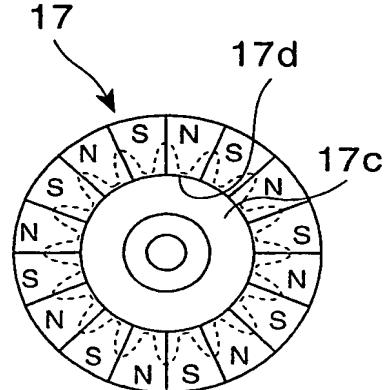


FIG. 10

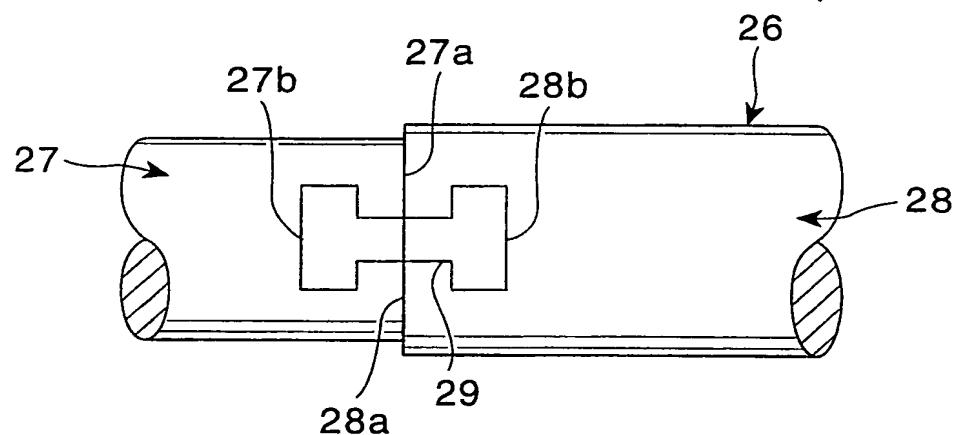


FIG. 11

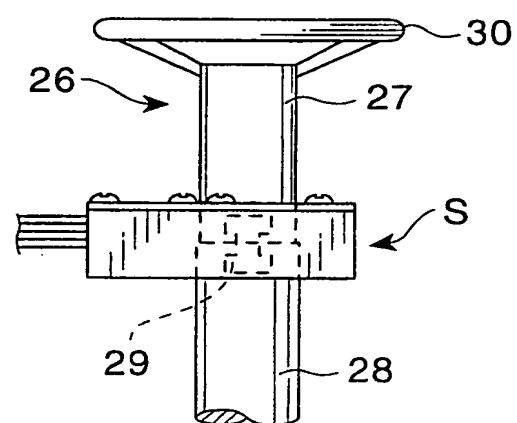
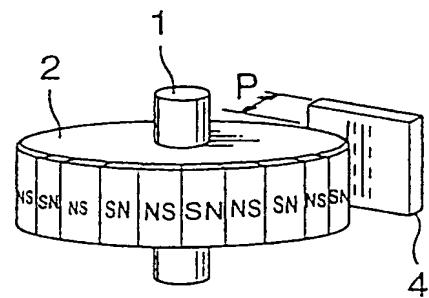


FIG. 12  
STAND DER TECHNIKFIG. 13  
STAND DER TECHNIK